



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

4

Atena
Editora
Ano 2020



Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado
(Organizadores)

A Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil

4

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Camila Alves de Cremo

Edição de Arte: Lorena Prestes

Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^a Dr^a Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^a Dr^a Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof^a Dr^a Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^a Dr^a Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^a Dr^a Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof^a Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof^a Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof^a Dr^a Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof^a Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Prof^a Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof^a Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof^a Dr^a Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Prof^a Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof^a Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
A642	<p>A aplicação do conhecimento científico na engenharia civil 4 [recurso eletrônico] / Organizadores Franciele Braga Machado Tullio, Lucio Mauro Braga Machado. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-171-8 DOI 10.22533/at.ed.718200907</p> <p>1. Engenharia civil – Pesquisa – Brasil. 2. Construção civil. I. Tullio, Franciele Braga Machado. II. Machado, Lucio Mauro Braga.</p> <p style="text-align: right;">CDD 338.4769</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Aplicação do Conhecimento Científico na Engenharia Civil 4” conta vinte e um capítulos sobre estudos realizados nas diversas áreas da engenharia civil.

A crescente preocupação com o meio ambiente e a escassez de recursos naturais exige a busca por novas alternativas no uso de materiais de construção. A presente obra oferece vários estudos em que resíduos de diferentes materiais sejam utilizados na construção civil.

Em consonância com o meio ambiente, apresentamos estudos sobre obras de saneamento, com a finalidade de promover a saúde e melhoria na qualidade de vida de uma determinada população.

São apresentadas pesquisas sobre patologias na construção civil e obras de pavimentação, o que permite o desenvolvimento de planos de manutenção e prevenção de novas patologias.

Por fim, apresentamos estudos sobre o comportamento estrutural em determinadas obras, e pesquisas sobre as diferentes demandas que a engenharia civil nos proporciona.

Desejamos que esta obra desperte ao leitor para a aplicação e desenvolvimento de novas pesquisas, com o objetivo de enriquecer ainda mais os estudos nas diversas atuações da engenharia civil. Boa leitura!

Franciele Braga Machado Tullio
Lucio Mauro Braga Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE CORTE DE MÁRMORE E GRANITO PARA PRODUÇÃO DE ARGAMASSA AUTONIVELANTE	
Augusto Felipe Chiella Vinícius Felipe Chiella Nathália Cortes Tosi Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009071	
CAPÍTULO 2	17
ANÁLISE DA VIABILIDADE TÉCNICA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO DE PÓ DE VIDRO COMO UMA ADIÇÃO MINERAL EM CONCRETOS DE ALTA RESISTÊNCIA, EM CONJUNTO AO EMPREGO DE MICROSSÍLICA	
Vinícius Felipe Chiella Augusto Felipe Chiella Nathália Cortes Tosi Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009072	
CAPÍTULO 3	35
ESTUDO COMPARATIVO ENTRE BLOCOS DE CONCRETO COMUNS E BLOCOS DE CONCRETO COM ADIÇÃO DE FIBRAS DE CELULOSE PROVENIENTE DE PAPEL RECICLADO	
Mariana de Sousa Prazeres Eduardo Aurélio Barros Aguiar	
DOI 10.22533/at.ed.7182009073	
CAPÍTULO 4	49
ESTUDO DA VIABILIDADE TÉCNICA DO EMPREGO DE RESÍDUO CERÂMICO COMO AGREGADO MIÚDO EM ARGAMASSAS DE ASSENTAMENTO	
Nathália Cortes Tosi Augusto Felipe Chiella Vinícius Felipe Chiella Juliana Alves de Lima Senisse Niemczewski	
DOI 10.22533/at.ed.7182009074	
CAPÍTULO 5	61
USO DE LA CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA (CBC) COMO REMPLAZO PARCIAL DEL CEMENTO PORTLAND – CASO COLOMBIA	
Juan Pablo Izquierdo Jimenez Maria Juliana Alvarez Arias Manuel Alejandro Rojas Manzano	
DOI 10.22533/at.ed.7182009075	
CAPÍTULO 6	79
ESTUDO DO DESEMPENHO DE ARGAMASSAS COM RESÍDUO LIGNOCELULÓSICO COMO SUBSTITUTO PARCIAL DO CIMENTO	
Bruna Ferraz Carvalho Dantas Carlos Fernando de Araújo Calado Aires Camões	
DOI 10.22533/at.ed.7182009076	

CAPÍTULO 7 97

ESTUDO DO USO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) DE MACEIÓ, COMO AGREGADO RECICLADO EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO E ASSENTAMENTO

Raone Bruno de Oliveira Silva
Renato Antônio Santos Rolim
Marcos André Melo Teixeira
Pedro Gustavo dos Santos Barros

DOI 10.22533/at.ed.7182009077

CAPÍTULO 8 114

AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE ARGAMASSAS COM ADIÇÃO DE REJEITO DE MINÉRIO DE COBRE DA PROVÍNCIA MINERAL DE CARAJÁS

Vinicius Lemos Pereira
Douglas Martins Sousa
Alan Monteiro Borges
Lygia Maria Policarpio Ferreira

DOI 10.22533/at.ed.7182009078

CAPÍTULO 9 124

GERAÇÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL EM JOÃO PESSOA: ESTUDO COMPARATIVO DO FLUXO DE ENTRADA NA USIBEN ENTRE OS PERÍODOS 2009/2010 E 2015/2018

Ubiratan Henrique Oliveira Pimentel
Gilson Barbosa Athayde Junior
Cristine Helena Limeira Pimentel
Samyr Sampaio Freire

DOI 10.22533/at.ed.7182009079

CAPÍTULO 10 133

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO NA MICROBACIA DO ARROIO BARRAÇÃO, MUNICÍPIO DE GUAPORÉ-RS

Fernando Frigo Migliorini

DOI 10.22533/at.ed.71820090710

CAPÍTULO 11 138

ANÁLISE DE ESTUDO DO RECALQUE DE EDIFICAÇÃO SITUADA EM ZONA SUL DA CIDADE DE QUITO - EQUADOR

Alexis Enríquez León

DOI 10.22533/at.ed.71820090711

CAPÍTULO 12 149

PATOLOGIA EM LAJES MACIÇAS DE EDIFÍCIO EMPRESARIAL

Bruno Matos de Farias
Ronaldo Garcia da Costa
Rebecca Alves da Silva
José Ricardo Cardoso Domingues

DOI 10.22533/at.ed.71820090712

CAPÍTULO 13 164

LEVANTAMENTO DE PATOLOGIAS EM PAVIMENTOS FLEXÍVEIS DE VIAS URBANAS DE MACAPÁ-AP

Beatriz da Silva de Brito
Alinne Emely dos Santos Duarte
Paulo Victor Prazeres Sacramento
Ruan Fabrício Gonçalves Moraes
Orivaldo de Azevedo Souza Junior

DOI 10.22533/at.ed.71820090713

CAPÍTULO 14 179

AVALIAÇÃO OBJETIVA E SUBJETIVA EM SUPERFÍCIE DE PAVIMENTO FLEXÍVEL EM TRECHO URBANO – ANÁLISE DA DISTÂNCIA ENTRE ESTAÇÕES DE AVALIAÇÃO EM SUBTRECHOS HOMOGÊNEOS

Gustavo da Silva Schiavon

DOI 10.22533/at.ed.71820090714

CAPÍTULO 15 193

IMPACTO NO NÍVEL DE SOLICITAÇÕES DOS PILARES POR DIFERENTES MODELOS DE ANÁLISE ESTRUTURAL

Ray Calazans dos Santos Silva

Luan Reginato

Danilo Pereira dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.71820090715

CAPÍTULO 16 209

SAPATAS: COMPARAÇÃO ENTRE O MÉTODO DE CÁLCULO ANALÍTICO POR MEIO DAS BIELAS-TIRANTES E O MEF (2D)

Denise Itajahy Sasaki Gomes Venturi

Matheus Rangel Venturi

DOI 10.22533/at.ed.71820090716

CAPÍTULO 17 224

VIGAS DE PONTES PROTENDIDAS ENTRE 20 E 40 METROS

Leonardo Lunkes Wagner

Denizard Batista de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.71820090717

CAPÍTULO 18 238

PLANO DE MOBILIDADE URBANA – PMU: UMA BREVE ANÁLISE DA LEI 12.587/2012

Rodrigo Marques do Nascimento

Fábio Mendes Ramos

Daniel Martins Nunes

DOI 10.22533/at.ed.71820090718

CAPÍTULO 19 248

NOVO LABORATÓRIO DO CURSO DE EDIFICAÇÕES DO IFPA

Luciano Costa de Farias

Marcelo Martins Farias

Wellen Patrícia Farias dos Reis

Celestina de Lima Rezende Farias

Cleydimara Aquino de Brito

DOI 10.22533/at.ed.71820090719

CAPÍTULO 20 256

A QUALIFICAÇÃO DO PROFISSIONAL DE ENGENHARIA CIVIL NO MERCADO ATUAL E O SEU IMPACTO DE CUSTO PARA UMA EMPRESA FORMAL

Rafaela Cardoso Galace

Flávia Aparecida Reitz Cardoso

DOI 10.22533/at.ed.71820090720

CAPÍTULO 21	267
ANÁLISE OBSERVACIONAL GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DE UM TRECHO DA RODOVIA DO CAFÉ	
Amanda Fernandes de Oliveira	
Leonardo Cesar de Souza Sowinski	
Gabrielly De Souza dos Santos	
Alex Sandro da Costa	
Mariana Alher Fernandes	
DOI 10.22533/at.ed.71820090721	
SOBRE OS ORGANIZADORES.....	280
ÍNDICE REMISSIVO	281

ANÁLISE DE ESTUDO DO RECALQUE DE EDIFICAÇÃO SITUADA EM ZONA SUL DA CIDADE DE QUITO - EQUADOR

Data de aceite: 01/06/2020

Data de submissão: 09/03/2020

Alexis Enríquez León

Escuela Politécnica Nacional, EPN

Quito, Equador

RESUMO: O setor Turubamba, no sul de Quito, foi afetado pelo fenômeno de remoção de massas, causando fissura, inclinação e recalque em edificações. Este artigo baseia-se no relatório oriundo do estudo de estabilidade da “Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos”, utilizando-se o edifício na “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación”, que se encontrava em franco colapso. Caracterizou-se o solo mediante o U.S.C.S, medindo umidade, limites de consistência, granulometria e características físico-mecânicas. Foram encontradas colunas colapsadas, fissuras e rachaduras. Em conclusão, o dano estrutural se relaciona com deslocamento horizontal e vertical excessivo da cimentação inadequada. Considerando-se o risco da utilização da infraestrutura e da população deste tipo de zonas, os governos locais devem trabalhar para proporcionar cidades mais seguras, conforme o

objetivo 11 para o desenvolvimento sustentável das Nações Unidas.

PALAVRAS-CHAVE: solo, recalque, risco, subsidência.

CASE OF STUDY OF THE SUBSIDENCE OF A CONCRETE BUILDING LOCATED IN THE SOUTHERN AREA OF QUITO - ECUADOR

ABSTRACT: The Turubamba zone, in the southern of Quito, has been affected by a mass removal phenomenon, causing fissures, inclinations and subsidence in buildings. This article is based on the report from the stability study of the “Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos” in “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación”, building which is currently in rapid collapse. The soil was characterized by an U.S.C.S., measuring moisture, consistency limits, grain size, and physical-mechanical characteristics. Analyzing the building, collapsed columns, fissured and cracks in floors were found. In conclusion, structural damage was directly related to excessive vertical and horizontal displacement to foundation. Considering the risk for the infrastructure and population of these types of areas, local governments must work to make cities safe according the Goal 11 for sustainable

development of the United Nations.

KEYWORDS: soil, settlement, risk, soil, subsidence.

1 | INTRODUÇÃO

Este estudo trata-se de recopilação da análise dos resultados de ensaios utilizados como referência para este informe, objetivando-se a apresentação de um caso de estudo dos riscos à infraestrutura de concreto armado construída sobre solos pouco competentes, realizado em 2013 pela “Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos”, no setor de Turubamba, situado no sul da cidade de Quito, no edifício denominado “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación” que apresenta risco iminente de desabamento devido a fatores geológicos que afetam toda a área, podendo ocasionar colapso total das estruturas ali presentes (Yáñez, 2016). Essa zona foi atingida por fenômeno de remoção em massa, o que gerou fissuras, inclinações, instabilidades e recalques em edificações.

Devido às características geotécnicas do setor, que deveria ser conservada como área de proteção, o mau uso dos solos para construção e estabelecimento da população no local, geraram alterações sobre o nível freático, tornando-o superficial, sendo agravado pelo tráfego promovido por circulação de veículos de grande porte, o que provocou sobrecarga no solo (Yáñez, 2016).

Risco é a probabilidade das consequências prejudiciais e perdas esperadas, como mortes, lesões, deterioração ambiental, resultado de interações entre ameaças naturais e antropogênicas, ou seja, o risco está relacionando com a probabilidade de sofrer danos. Portanto, a formulação do risco é diretamente proporcional tanto à ameaça como a vulnerabilidade, que pode ser definida como condições determinadas por processos e fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a exposição e suscetibilidade de uma comunidade ao impacto negativo das ameaças (Cardona, 2003).

A população que estava assentada nesse território era de aproximadamente 8 mil pessoas, ocupando cerca de 15 hectares. Tendo-se em vista a redução dos riscos para essa população através de intervenções dirigidas com o propósito de diminuir o impacto das ameaças, por meio de medidas estruturais e não estruturais para a proteção das construções, realizou-se o estudo da área para fortalecimento institucional, educacional e preparação da comunidade para a regulação do uso dos solos, entre outras possibilidades (Demoraes, 2005). Na figura 1 é localizada a zona de estudo.

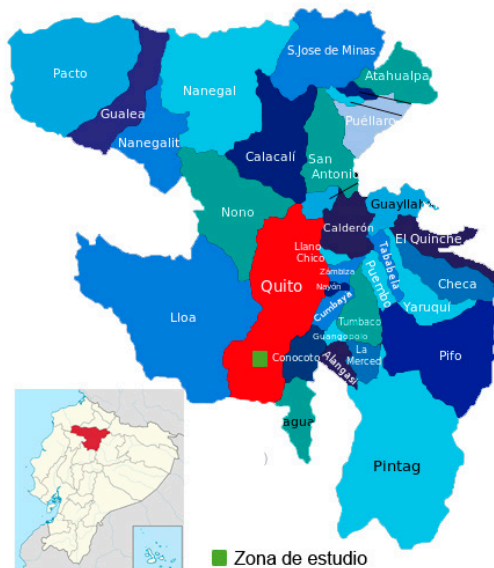


Figura 1: Mapa do distrito Metropolitano de Quito.

Fonte: Adaptado de Yáñez, 2016.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para a análise da estabilidade de edificações construídas nessa área, foi realizado estudo da estabilidade utilizando-se um edifício pertencente ao governo, denominado “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación”, por determinação da “Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos”, no setor de Turubamba, situado no sul da cidade de Quito, com área de edificação estudada de 11.269,36 m² onde estão localizados três edifícios chamados: prédio Sur - Archivo Jurídico, predio Centro - Archivo Provincial e prédio Norte - Archivo Nacional, os quais contam com um andar com altura de entrepiso de 3 metros, com laje nervurada de 20 cm de espessura, o sistema estrutural é constituído de concreto armado. Atualmente em franco colapso, sendo aproximadamente 200 edificações com problemas semelhantes (SNGR, 2013). Na figura 2 encontra-se a localização do prédio estudado no sul de Quito.



Figura 2: Localização do prédio estudado.

Fonte: Adaptado de Demoraes, 2005.

A zona de estudo está situada dentro do aquífero no sul de Quito, localizado na bacia do rio Machángara. O material litológico presente na área corresponde a um depósito de cinzas da formação Cangahua (solo antigo e endurecido) de permeabilidade média e porosidade intergranular, a qual apresenta características favoráveis para a construção, por ser uma rocha branda e que apresenta valores de coesão que variam de 0,5 a 0,15 MPa (Guerrón, 2012).

Durante o estudo, foram executadas 20 perfurações à percussão, com ensaio de penetração, Standard Penetration Test (SPT) cada metro, segundo a norma ASTM D 1586-11. Caracterizou-se o solo da zona nos locais das perfurações realizadas, mediante o sistema de classificação unificada dos solos (Unified Soil Classification System - USCS), de acordo com a norma ASTM D-2487, medindo a umidade natural, densidade natural, limites de consistência e granulometria. Além disso, foram realizados ensaios triaxiais não consolidado não drenado, segundo a norma ASTM D-2850 e corte direto pela norma ASTM D-3080.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Sabe-se que a cidade de Quito é afetada por recalques desde 1900, estudos mostram que isso se deve ao resultado do crescimento urbano não planejado, o qual produziu drástica mudança nos sistemas de drenagem natural levando ao limite da falha dos solos com pouca resistência (FUNEPSA, 2015).

Evidencia-se no edifício estudado, “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación”, a presença de solos brandos e soltos. Para a caracterização geotécnica dos

materiais existentes, recorreu-se à informação obtida das perfurações, estudo geofísico e toda a informação sísmica, geológica e hidrogeológica conhecida da área.

3.1 Fatores de Instabilidade do setor

Historicamente, a região é denominada zona lacustre, rica em lodo. Estudos atuais determinam a ameaça, vulnerabilidade e riscos, que indicam importantes deformações destes solos (SNGR, 2013).

Os recalques lentos encontram-se afetando os terrenos de solos brandos e suaves existentes no setor, devido a mudanças de tensões induzidas no terreno pelo descenso do nível freático, processos lentos de dissolução e lavagem de materiais.

Esses processos foram acelerados pela atividade antrópica, incluindo a contaminação de aquíferos por derrame de hidrocarbonetos. Como consequência à perda de água, existe descida da cota da superfície e do recalque que afetam a zona, que também se deve às construções realizadas sobre aterros sanitários e encostas, exploração de água subterrânea e aumento do número de pisos nas construções informais e sem orientação técnica.

A região também está sujeita à atividade sísmica que é produzida devido à presença da falha geológica de Quito, sendo considerada área de ameaça média, apresentando terreno instável, com materiais pouco ou não fraturados por atuações naturais muito intensas, assim com a ação de precipitação da zona (IG, 2007).

Os resultados dos ensaios de classificação do edifício governamental, como representado na tabela 1, refletem a predominância de solos argilosos, com porcentagens de areia pumítica. Em menor escala se apresentam solos limosos, argilosos limosos, todos com apreciável porcentagem de areia com baixa plasticidade. Todos os solos se apresentam com conteúdo de umidade de alta à saturada, seu conteúdo de umidade natural é, em geral, maior que o limite plástico e próximo ao limite líquido.

Material	Umidade (%)	Densidade natural (T/m ³)	Coesão (T/m ²)	Ângulo de fricção (°)
Turfa	138.0	1.0	1.5	0.0
Limo argiloso orgânico preto	33.4	1.3	0.2	5.0
Argila limo arenoso café amarelado	27.3	1.7	0.7	14.0
Limo argiloso arenoso cinza esverdeado	27.8	1.7	0.6	27.0

Tabela 1: Classificação dos solos.

Fonte: SNGR, 2013.

Os resultados representam as diferenças marcadas nas características geotécnicas

desses solos, que vão desde desfavoráveis para a turfa, a razoavelmente boas para o lodo argiloso arenoso de base.

Dos resultados dos ensaios de penetração standard, apresentados na tabela 2, se evidencia a presença de solos brandos e soltos, com valores N menor que 6, assim como a presença de solos competentes, densos e rígidos, com valor de N maior que 30 (Abad, 2012). Os valores entre 1 e 6, correspondem aos solos saturados, orgânicos, de alta compressão, turfa com diferentes porcentagens de matéria orgânica (Soriano, 2013). Os valores maiores são representativos de solos orgânicos com diferentes graus de consolidação. Os solos podem classificar-se como profundos e muito consolidados (Poliotti *et al.*, 2007). Segundo a classificação NEC-SE-DS Peligro sísmico., o solo pode classificar-se como do tipo D que tem um V_s (velocidade média da onda de cisalhamento do solo sobrejacente ao semi-espaço) entre 180 e 360 m/s (NEC, 2015).

Zona	Litologia	Espessura (m)	N de SPT
Zona 1	Argila e limo: arenosos de cor café escuro a enegrecido, de consistência média, mediano conteúdo de umidade.	2.3	6-8
Zona 2	Argila e limo arenosos pumítico, de cor café amarelado, de consistência semi endurecida a endurecida, saturado, com alto conteúdo de umidade.	5.0	9-22
Zona 2A	Limo orgânico vegetal, negro, com abundantes raízes, muito suaves, de alta umidade e saturada, com níveis de areias e cinzas. (Turfa)	11 (P11)	1-5
		4 (P10)	
Zona 3	Argila e Limo arenoso de cor cinza esverdeado, de consistência dura a rígida, de umidade média a saturada.	1 - 4	25-57

Tabela 2: Zonas geotécnicas.

Fonte: SNGR, 2013.

3.2 Geologia estrutural

Quito está situada dentro de região sísmica, com tectonismo ativo, as estruturas geológicas estão apresentadas pelo Sistema de Falhas de Quito na figura 3. Na zona de estudo do projeto, foram identificadas séries de alinhamentos que podem corresponder a grandes fraturas ou micro falhas que tem relação com a direção das grandes falhas de Quito (Aguiar, 2013).

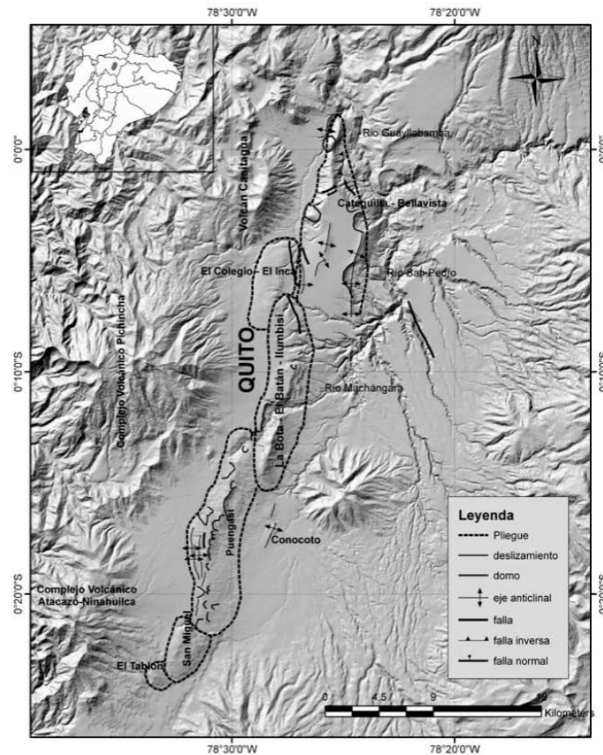


Figura 3: Sistemas de Falhas de Quito.

Fonte: IG, 2007.

3.3 Modelo hidrogeológico

A zona de estudo se encontra dentro da área de influência definida como aquífero sul, que foi definido com área de acumulação de aproximadamente 40 km² e de recarga de 51 km².

Para a análise hidrogeológica, pode-se considerar que a zona apresenta alto conteúdo de umidade, e se é considerado o nível freático sendo o nível de água medido durante a execução das perfurações, pode-se assegurar que a zona tem um alto nível de água, de pelo menos 1 a 5 metros.

O comportamento do nível freático é normal, ou seja, é mais profundo quanto mais se aproxima do ponto de drenagem mais próximo.

3.4 Discussão

Após análise das edificações da área, concluiu-se que não foi utilizado o sistema de construção adequado para a área, resultando na falha dos assentamentos de toda a zona, que atualmente encontra-se ocupado pela população.

Os valores de tolerância de assentamentos são de no máximo 3 cm segundo a norma vigente na época, e foram encontrados de 15 a 30 cm, em sua maioria, estando aquém do valor que deveria ser cumprido (SNGR, 2013).

Os níveis de desempenho de elementos estruturais e não estruturais foram seriamente afetados, gerando alto grau de vulnerabilidade da edificação, sendo encontrados danos severos e em estado progressivo, podendo-se presumir colapso em pouco tempo.

O dano estrutural está relacionado diretamente com deslocamento excessivo devido à cimentação inadequada para a construção, sendo a causa das deformações que ocasionam danos em elementos estruturais e não estruturais, ocasionando que esses deslocamentos passem de inelásticos controláveis a incontroláveis (SNGR, 2013). A figura 4, mostra com referência à linha vermelha, o recalque da estrutura no térreo, com uma inclinação de aproximadamente 3° , onde a coluna apresenta uma inclinação excessiva e perigosa.



Figura 4: Inclinação de elementos estruturais;

Fonte: SNGR, 2013.

A zona estudada não segue o padrão de desenho tomando-se como base intervalos lineares de curvatura, onde há deslocamentos severos, neste caso, a estrutura trabalha com limite linear geométrico. Foram encontradas colunas colapsadas, paredes com desprendimento, rachaduras excessivas em pisos com medidas de 4×15 cm e falhas não estruturais (SNGR, 2013). Na figura 5, mostra-se o claro recalque e inclinação não uniforme, como consequência tem-se rachaduras excessivas ou totais no piso.



Figura 5: Rachaduras excessivas em pisos.

Fonte: SNGR, 2013.

Finalmente, nas tabelas 4 e 5 resume-se o resultado dos ensaios onde basicamente são mostradas as variações dos limites de consistência, segundo a sondagem e também, a coesão relativamente baixa com ângulo de fricção nulo (P-11), demonstrando-se as propriedades desses solos brandos e soltos.

Poço N°	Prof. (m)	Umidade Natural (%)	Densidade natural (T/m ³)	Granulometria (%)			LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS
				N° 4	N° 40	N° 200				
P-11	3.0	58.3		98.2	80.0	51.3	76.6	49.2	27.3	MH
	10.0	145.8	1.01	99.2	87.5	64.8	372.0	265.3	106.7	-
	13.0	32.5		99.8	89.5	48.4	-	-	-	SM
P-12	2.0	27.4		98.5	86.4	64.0	31.5	19.3	12.2	CL
	4.0	20.1		100.0	95.0	67.3	26.0	19.2	6.8	CL-ML
	8.0	29.8		97.7	68.8	30.8	37.7	34.4	3.3	SM

Tabela 4: Resumo dos resultados dos ensaios.

Fonte: SNGR, 2013.

Poço N°	Prof. (m)	SUCS	TRIAXIAL UU			
			Densidade (T/m ³)	Umidade (%)	Coesão (T/m ²)	Fricção (°)
P-11	3.0	MH				
	10.0	-	1.01	138.2	1.5	0
	13.0	SM				
P-12	2.0	CL				
	4.0	CL-ML				
	8.0	SM				

Tabela 5: Resumo dos resultados dos ensaios.

Fonte: SNGR, 2013.

4 | CONCLUSÕES

Este estudo baseou-se na recopilación de dados de informes pertencentes a “Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos”, no ano de 2013, utilizando-se edifício denominado “Agencia Sur del Registro Civil, Identificación y Cedulación”. Os dados obtidos foram analisados e ordenados de forma a organizar-se as conclusões possíveis do estado da edificação no ano em questão.

É importante mencionar que a avaliação da vulnerabilidade física por ameaça sísmica dessa área é de suma importância, pois a ocorrência de tais eventos poderia levar à processo de liquefação do solo, o que geraria recalques súbitos e potencialmente mortais.

Por razões de alto custo de possíveis reabilitações do edifício em questão, priorizando-se a segurança a estrutura foi desocupada, justificando-se através dos resultados técnicos

que demonstraram alto risco de desabamento.

A problemática de subsidência no setor, resulta na combinação de vários fatores com a presença de solos limosos orgânicos, areias finas saturadas dentro de um ambiente lacustre, material de enchimento não tecnificado, ação antrópica relacionada com o mau uso do solo, construções informais que não respeitam as técnicas apropriadas e construção da infraestrutura pública como coletores que causam alterações sob o nível freático.

Entre a combinação de fatores expostos no problema, pode-se destacar os resultados do ângulo de fricção nula (0°) das amostras ensaiadas a uma profundidade de 10 m, também foram obtidos que os esforços de coesão variando entre 0.2 a 1.5 T / m² não são totalmente favoráveis para fundações tradicionais, mais ainda em se tratando de um prédio para uso público.

REFERÊNCIAS

ABAD, I. **Interpretación de los Ensayos Geotécnicos en Suelos**. Gráficas Muriel. Madrid, 1ª ed., 2012, 628p.

AGUIAR, R. **Microzonificación sísmica de Quito**. Universidad de Fuerzas Armadas ESPE. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Quito, 2013, 212p.

CARDONA, O. **Teoría del Riesgo y Desastres. Curso de Educación Superior Gestión Integral de Riegos y Desastres. Guía de Estudio**. Argentina, 2003, 86p.

DEMORAES, F. **Movilidad, elementos esenciales y riesgos. IRD-MDMQ, IFEA. Colección Quito Metropolitano**, n.º 26. Quito, 2005, 227p.

FUNEPSA, CÍA, LTDA. **Actualización de la zonificación por amenaza de deslizamiento en el Distrito Metropolitano de Quito**. Quito, 2015, 101p.

GUERRÓN, A. **Análisis de la influencia del porcentaje de finos en la capacidad de carga admisible de la cangahua en la ciudad de Quito**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Escuela Politécnica Nacional. Ecuador, 2012. 151p.

IG. – Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional. **Breves fundamentos sobre los terremotos en el Ecuador. Serie: El riesgo sísmico en el Ecuador**. Corporación Editora Nacional. Ecuador, 2007, 101p.

NEC – NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. **NEC-SE-DS Peligro Sísmico**. Quito, 2015, 135p.

POLIOTTI, M & SIERRA, P. **Consolidación unidimensional de suelos**. Universidad Nacional de Rosario. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura. Argentina, 2007. 41p.

SNGR – SECRETARÍA NACIONAL DE GESTIÓN DE RIESGOS. **Informe técnico de inspección provincia de Pichincha - Quito, sector Turubamba**. Quito, 2013. 43p.

SORIANO, C. **Aplicación del ensayo de penetración estándar en la determinación de parámetros geotécnicos de suelos granulares**. Revista de Investigación - Escuela de Ingenieros Militares, ISSN 2145-3144, p.1-8, 2013.

YÁNEZ, M. **Evaluación del riesgo por subsidencia en la zona de Turubamba, sur de Quito, como aporte al diseño de un plan integral de gestión de riesgos del Distrito Metropolitano de Quito.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Escuela Politécnica Nacional. Equador, 2016. 147p.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Adição Mineral 1, 2, 3, 4, 7, 12, 14, 15, 17, 18, 19, 22, 31

Adiciones Minerales 62

Agregado Cerâmico 49, 53, 55, 57, 58

Análise Estrutural 193, 194, 208, 217

Argamassa 1, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 25, 26, 30, 33, 46, 49, 51, 57, 58, 59, 81, 85, 86, 90, 95, 96, 97, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 121, 123, 149, 153, 157, 158, 159, 160

Argamassa de Assentamento 49, 113

Argamassas 1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 21, 25, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 79, 80, 82, 83, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 123, 130, 132

Autonivelante 1, 2, 3, 4, 9, 15, 16

Avaliação Funcional 165

B

Baixo Custo 59, 114, 115, 239, 261

Bioetanol 64, 79, 80, 81, 95

C

Canalização 133, 136

Cimento 61, 62, 63, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76

Colombia 61, 62, 63, 64, 65, 66, 69, 74, 75, 76

Concreto 15, 17, 18, 19, 20, 29, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 59, 60, 61, 62, 67, 68, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 79, 80, 81, 82, 95, 96, 100, 101, 105, 108, 116, 123, 128, 129, 130, 139, 140, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 159, 161, 162, 163, 169, 199, 201, 202, 207, 208, 210, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 233, 236, 237, 269

Construção 1, 2, 3, 16, 36, 38, 46, 47, 48, 49, 50, 59, 60, 79, 80, 86, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 122, 124, 125, 126, 130, 131, 132, 139, 141, 144, 145, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 157, 161, 162, 163, 164, 177, 179, 185, 194, 210, 237, 243, 246, 247, 248, 250, 255, 256, 257, 259, 260, 261, 264, 265

Contrapiso 2, 3, 15, 104

D

Demolição 49, 52, 59, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 107, 111, 112, 113, 124, 126, 132

Dimensionamento 133, 134, 135, 136, 137, 152, 197, 210, 213, 217, 221, 224, 225, 226, 229, 230, 231, 235, 237

Drenagem em Pavimentos 165

E

Edifício Empresarial 149, 150

Elementos Finitos 209, 210, 213, 216, 217, 219, 221, 222, 223

Esgotamento Sanitário 133, 134, 135, 137

F

Fundações 147, 209, 210, 211, 213, 223

G

Granito (RCMG) 1, 2

L

Laje Maciça 150, 152, 153, 154

Lignina 80, 81, 82, 83, 96

M

Macapá 164, 165, 170, 171, 174, 175, 177, 178

P

Patologia 33, 149, 150, 151, 162, 163, 167, 178

Pavimentos 74, 130, 151, 164, 165, 166, 167, 169, 170, 171, 175, 178, 180, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198, 199, 201, 204, 205, 206, 207, 208

Pavimentos Isolados 193, 195, 197, 198, 199, 204, 205, 207, 208

Pilar 156, 193, 195, 196, 197, 198, 199, 205, 206, 214, 215

Pórtico Plano 193, 195, 199, 204, 205, 206, 207, 208

R

Recalque 138, 142, 145

Reciclagem de RCD, 49

Redes Coletoras 133, 136

Rejeito de Cobre 114, 115, 116, 117, 119, 123

Resíduo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 60, 79, 80, 81, 82, 83, 90, 91, 93, 94, 95, 97, 98, 100, 102, 103, 114, 115, 132

Resíduo de Corte 1, 2, 3, 4, 15

Resíduo Reciclado 2

Resistência Mecânica 12, 14, 15, 17, 49, 51, 54, 55, 56, 57, 105, 115, 116, 120

Risco 138, 139, 147, 195, 226, 251, 255

S

Saneamento 107, 133, 134, 135, 137, 178, 182, 240, 279

Sapatas 209, 210, 211, 212, 213, 214, 216, 223

Solo 69, 71, 123, 135, 138, 139, 141, 143, 146, 147, 166, 168, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 217, 220, 221, 222, 240, 267, 268, 269, 272, 273, 274, 276, 277, 279

Subsistência 138, 147

Sustentabilidade 80, 115, 240

T

Teoria da Elasticidade 209

V

Vigas 156, 157, 195, 196, 198, 199, 201, 208, 224, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236

 **Atena**
Editora

2 0 2 0